



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
 Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑪ Gesuchsnummer: 4869/80

⑫ Anmeldungsdatum: 25.06.1980

⑬ Priorität(en): 20.07.1979 DE 2929545

⑭ Patent erteilt: 15.02.1985

⑮ Patentschrift
veröffentlicht: 15.02.1985

⑯ Inhaber:
Dr. Johannes Heidenhain GmbH, Traunreut (DE)

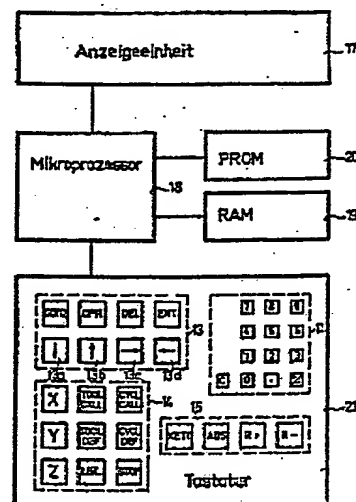
⑰ Erfinder:
Schwefel, Ernst, Traunreut (DE)
Rauth, Michael, Traunreut (DE)

⑱ Vertreter:
Scheidegger, Zwicky & Co., Zürich

⑤ Verfahren und Schaltungsanordnung zur Programmerstellung und/oder Programmänderung bei numerisch gesteuerten Maschinen.

⑥ Bei dieser Schaltungsanordnung für numerisch gesteuerte Maschinen sind an einen Mikroprozessor (18) eine Eingabeeinheit mit Tastatur (21), ein ROM/PROM-Speicher (20), ein RAM-Speicher (19) und eine Anzeigeeinheit (17) angeschlossen. Der Mikroprozessor (18) steuert die Anzeigeeinheit (17). Angezeigt werden Programmzeilen und Dialogtexte, die sich auf Teile der Programmzeile beziehen. Die Programmzeile wird schrittweise durch Beantwortung von aufeinanderfolgenden Dialogtexten aufgebaut. Zweckmässig enthalten die Dialogtexte Vorschläge für einzugebende Daten, die beispielsweise aus vorangegangenen Bearbeitungsgängen stammen.

Bei der Anzeigeeinheit bezeichnet ein schrittweise verstellbarer Cursor zu ändernde Teile der Programmzeile. Durch Tasten (13c, 13d) kann der Cursor in beiden Richtungen aus der Programmzeile herausgestellt werden. Bei dem einen Herausstellen bleiben die vorher eingegebenen Korrekturdaten erhalten. Beim anderen Herausstellen wird die vorher vorgenommene Korrektur rückgängig gemacht. Bei gesetztem Cursor bewirkt die Betätigung von Zeilentasten (13a, 13b), dass von der Anzeigeeinheit (17) eine das bezeichnete Merkmal enthaltende andere Programmzeile angezeigt wird. Mit diesen Massnahmen werden Programmerstellung und Programmänderung wesentlich erleichtert und zudem Fehleingaben ausgeschlossen.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Programmierung und/oder Programmänderung bei numerisch gesteuerten Maschinen, insbesondere Werkzeugmaschinen und Messmaschinen, welche Maschinen eine Anzeigeeinheit zur visuellen Darstellung von Programmzeilen und/oder Dialogtexten und eine Tastatur mit Eingabetasten für numerische und/oder alphanumerische Daten aufweisen, gekennzeichnet durch die Kombination folgender Merkmale:

a) zur Aufstellung eines Bearbeitungsprogramms wird der Beginn der Erstellung nur der einzelnen benötigten Programmzeilen veranlasst;

b) bei der Erstellung einer Programmzeile werden die Programmzeilenteile in der durch die Dialogtexte bestimmten Reihenfolge nur nach Beantwortung dieser für die jeweiligen Programmzeilenteile spezifischen Dialogtexte vollständig festgelegt;

c) zur Beantwortung der jeweiligen Dialogtexte schlägt die Steuerung einzugebende, für den betreffenden Bearbeitungsvorgang optimale Daten in numerischer und/oder alphanumerischer Form vor;

d) die Beantwortung der jeweiligen Dialogtexte erfolgt durch Zustimmung oder Änderung der im Dialogtext vorgeschlagenen numerischen und/oder alphanumerischen Daten.

2. Verfahren zur Programmänderung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass beim Heraussetzen eines zur Kennzeichnung von Merkmalen oder Zeichen (Positionen) dienenden Cursors aus einer angezeigten Programmzeile in einer Richtung vorher erfolgte Änderungen oder Korrekturen von Daten der Programmzeile rückgängig gemacht werden und dass beim Heraussetzen des Cursors aus einer angezeigten Programmzeile in der entgegengesetzten Richtung vorher erfolgte Änderungen oder Korrekturen von Daten der Programmzeile erhalten bleiben.

3. Verfahren zur Programmänderung nach Anspruch 1, oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei Positionen eines zur Kennzeichnung von Merkmalen oder Zeichen (Positionen) dienenden Cursors innerhalb einer angezeigten Programmzeile ein Weiterschalten der Programmzeilen bis zur nächsten Programmzeile bewirkt wird, die das vom Cursor gekennzeichnete Merkmal oder Zeichen (Position) enthält, und dass die Daten bei diesem Merkmal oder Zeichen (Position) korrigiert werden können.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Anzeigeeinheit (17) mit einem einzeiligen Anzeigefeld (10a) alternativ Dialogtexte und Programmzeilen angezeigt werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Anzeigeeinheit (17) mit einem zweizeiligen Anzeigefeld (10b) ein Dialogtext und eine Programmzeile gleichzeitig angezeigt werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Anzeigeeinheit (17) mit einem dreizeiligen Anzeigefeld (10c) ein Dialogtext, eine Programmzeile und eine eingegebene Korrektur gleichzeitig angezeigt werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Anzeigeeinheit (17) mit einem mehrzeiligen Anzeigefeld (10d) ein Dialogtext, mehrere Programmzeilen, eine aktuelle Programmzeile, eine eingegebene Korrektur oder eine unvollständige Programmzeile und mehrere Programmzustände gleichzeitig angezeigt werden.

8. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Cursor in einer Programmzeile der Anzeigeeinheit (17) in beiden Richtungen nur zu bestimmten Merkmalen oder Zeichen (Positionen) verschoben wird.

9. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass durch Betätigen einer «GOTO»-Taste (13) eine beliebige

Programmzeile in der Anzeigeeinheit (17) zur Anzeige gebracht wird.

10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass durch Betätigen von Vorwahltasten (15) die Betriebsart vorgegeben wird.

11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Dialog auch Fehler und sonstige Betriebszustände in der Anzeigeeinheit (17) in numerischer und/oder alphanumerischer Form angezeigt werden.

12. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass beim Betätigen einer «Clear Programm»-Taste (13) eine Dialoganfrage erfolgt.

13. Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzeigeeinheit (17) mittels eines Mikroprozessors (18) auf Veranlassung der Tastatur (21) steuerbar ist und dass der Mikroprozessor (18) mit einem ROM/PROM-Speicher (20) und einem RAM-Speicher (19) verbunden ist.

x

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäss dem Oberbegriff des Anspruches 1, sowie eine Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens.

Bei numerisch gesteuerten Maschinen wird das Arbeitsprogramm in Form von alphanumerischen Programmzeilen auf einer Sichtanzeige dargestellt. Die Bedienungsperson kann das dargestellte Arbeitsprogramm visuell überprüfen und im Bedarfsfall abändern oder aufgetretene Fehler korrigieren. Zu diesem Zweck können die zu ändernden oder zu korrigierenden Daten einer Programmzeile mit einer Markierung in Form einer Lauffigur oder eines Cursors auf der Sichtanzeige hervorgehoben werden.

Aus der DE-PS 15 24 512 ist es bekannt, die Position einer Lauffigur mittels entsprechender Steuertasten «Schritt nach rechts», «Schritt nach links», «Zeilenvorschub» oder «Zeilenrückwahl» stufenweise zu verändern, um Änderungen oder Korrekturen an auf dem Schirm einer Kathodenstrahlröhre zeilenweise dargestellten alphanumerischen Zeichen vorzunehmen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Bedienung derartiger Steuerungen zu erleichtern, Fehlermöglichkeiten weitgehend auszuschalten und Änderungen sowie Korrekturen an visuell dargestellten Programmzeilen für die Bedienungsperson einer numerisch gesteuerten Maschine weiter zu vereinfachen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 gelöst.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass die Bedienungsperson bei der Erstellung von Programmzeilen durch den vorgeschlagenen Dialog geführt wird, was die Bedienung erleichtert und Fehlermöglichkeiten praktisch ausschliesst.

Nach einem Erfindungsmerkmal werden die Programmzeilenteile nacheinander in der richtigen Reihenfolge, die von den Dialogtexten bestimmt wird, erst nach Beantwortung der Dialogtexte, beispielsweise in Form einer Zustimmung oder Änderung von in den Dialogtexten gegebenenfalls vorgeschlagenen Daten, vollständig festgelegt. Die von der Steuerung vorgeschlagenen Daten sind dabei vorzugsweise die bei vorangegangenen Bearbeitungsgängen zuletzt eingegebenen Daten; damit bleibt der Bedienungsperson beispielsweise die wiederholte Eingabe gleicher Daten erspart.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher erläutert.

Es zeigen

Figur 1 einen Ausschnitt einer Bearbeitungsmaschine mit einem numerischen Steuergerät,

Figur 2 ein Blockdiagramm der elektrischen Schaltungsanordnung und

Figur 3 verschiedene Anzeigefelder einer Anzeigeeinheit.

In Figur 1 sind ein Bett 1 und ein relativ zu diesem in Pfeilrichtung (X-Achse) beweglicher Schlitten 2 einer beliebigen numerisch gesteuerten Maschine, beispielsweise einer Werkzeugmaschine, dargestellt. Die Relativbewegungen vom Bett 1 und Schlitten 2 werden von einem digitalen elektrischen Längenmessgerät gemessen, bei dem die Teilung eines auf einem Massstabträger 3 angeordneten, nicht gezeigten Massstabs von einer Abtasteinheit 4 in bekannter Weise abgetastet wird, die über einen Mitnehmer 5 mit dem Schlitten 2 verbunden ist, wobei der Mitnehmer 5 mittels einer Schraubverbindung 6 am Schlitten 2 befestigt ist.

Zur numerischen Steuerung der Werkzeugmaschine ist ein numerisches Steuergerät 7 mit einer Bedienungs- und Anzeigetafel 8 mittels eines schwenkbaren Armes 9 am Bett 1 der Werkzeugmaschine befestigt. Diese Bedienungs- und Anzeigetafel 8 weist ein einzeiliges Anzeigefeld 10a zur sichtbaren Darstellung von Programmzeilen und Dialogtexten auf. Zur Eingabe numerischer Daten für die Programmzeilen dienen Eingabetasten 11, wobei die gewählten einzugebenden Daten auf einem Anzeigefeld 12 zur Kontrolle dargestellt werden. Weiter sind Steuertasten 13, Zeilenbeginntasten 14 und leuchtende Vorwahltasten 15 für die Betriebsart vorgesehen, die unten näher erörtert werden. In einem Anzeigefeld 16 werden für die X-, Y- und Z-Achse die jeweiligen Ist-Positionswerte angezeigt.

Zur Erläuterung des vorgeschlagenen Verfahrens sei angenommen, dass die Werkzeugmaschine wenigstens einen Bearbeitungsgang durchlaufen hat und für einen nachfolgenden Bearbeitungsgang neu programmiert werden soll. Die Steuerung verfügt über eine bestimmte Anzahl von verschiedenen Programmzeilen zur Durchführung eines Bearbeitungsganges, von denen die für den jeweiligen Bearbeitungsgang erforderlichen Programmzeilen nacheinander mittels der Zeilenbeginntasten 14 aufgerufen und nach Durchführung eines Dialogs im einzeiligen Anzeigefeld 10a dargestellt werden.

Eine derartige erste Programmzeile lautet beispielsweise: «A X + 123.45 RO F1000 H01010». Der zu Beginn der Programmierung dieser Programmzeile mittels der «ABS»-Vorwahltaste 15 eingegebene Buchstabe «A» bedeutet, dass der nächste Bearbeitungsgang im «Absolutmass» durchgeführt werden soll. Durch Drücken der «X»-Zeilenbeginntaste 14 erscheint im Anzeigefeld 10a der Dialogtext «Positions-Sollwert?». Die Bedienungsperson wählt mittels der Eingabetasten 11 beispielsweise den gewünschten Positions-Sollwert «+ 123.45», der im Anzeigefeld 12 kontrolliert und durch Drücken der «Enter»-Taste 13 in die Programmzeile übernommen wird, woraufhin im Anzeigefeld 10a als nächster Dialogtext «Radiuskorr.:R +/R-/Keine Korr.» erscheint. Wenn die Bedienungsperson werde die «R+»-Taste 15 (positiver Radiuskorrektur) noch die «R-»-Taste 15 (negative Radiuskorrektur) drückt, wird durch Betätigen der «Enter»-Taste 13 die Funktion «RO» (keine Radiuskorrektur) in die Programmzeile aufgenommen. Der Dialogtext «Radiuskorr. . . » kann auch entfallen; die gewünschte oder nicht gewünschte Radiuskorrektur wird dann vorab durch Betätigen oder Nichtbetätigen der «R+»-Taste 15 oder der «R-»-Taste 15 nach der Vorwahl der «ABS»-Taste 15 oder der «Kett»-Taste 15 («Kettenmass») vorgewählt. Durch die Vorwahltasten 15 kann somit der Dialog verkürzt werden. Beim folgenden Dialogtext im Anzeigefeld 10a «Vorschub? F = 1000» macht die Steuerung der Bedienungsperson einen Vorschlag hinsichtlich des zu wählenden Vorschubwertes; die Bedienungsperson kann einen neuen Vorschubwert wählen oder durch Betätigen der «Enter»-Taste 13 den vorgeschlagenen Wert «1000» in die Programmzeile übernehmen; damit bleibt

der Bedienungsperson die wiederholte Eingabe gleicher Werte erspart.

Gleichfalls werden beim nachfolgenden Dialogtext «Zusatzfunktion? H = 01010» zwei von fünf wählbaren Zusatzfunktionen vorgeschlagen (jede Ziffernstelle bezeichnet eine bestimmte Zusatzfunktion; die Ziffer «1» bedeutet, dass die betreffende Zusatzfunktion zur Wirkung gelangt, und die Ziffer «0», dass die entsprechende Zusatzfunktion unwirksam bleibt). Nach Übernahme dieses Vorschlages oder einer anderen Kombination in die Programmzeile durch Betätigen der «Enter»-Taste 13 erscheint die nun vollständige Programmzeile im Anzeigefenster 10a und kann dann nach einer Kontrolle auf Richtigkeit durch erneutes Drücken der «Enter»-Taste 13 in einem RAM-Speicher 19 abgespeichert werden; die Programmzeile erhält gleichzeitig eine Zeilennummer. Auf gleiche Weise werden die übrigen Programmzeilen mittels der weiteren Zeilenbeginntasten 14 im Dialog erstellt.

Sollten bei den fertigen Programmzeilen noch nachträglich Änderungen oder Korrekturen erforderlich sein, so kann ein mittels Positionstasten 13c, 13d in der betreffenden Programmzeile verschiebbarer Cursor auf das zu ändernde oder zu korrigierende Merkmal oder Zeichen (Position) gesetzt werden; der Cursor kann die besagte Position durch Blinken, Einrahmen, Unterstreichen oder auf eine sonstige geeignete Weise kennzeichnen. Nach Eingabe des Korrekturwertes durch die Eingabetasten 11 und drücken der «Enter»-Taste 13 wird dieser Wert in die vom Cursor markierte Position in der Programmzeile übernommen. Wird anschließend der Cursor beispielsweise mittels der Positionstaste 13d nach links aus der Programmzeile herausgesetzt, so erscheint wieder der alte Wert, d.h. die erfolgte Korrektur wird rückgängig gemacht; beim Heraussetzen des Cursors nach rechts aus der Programmzeile durch die Positionstaste 13c bleibt die erfolgte Korrektur bestehen. Damit können versehentlich an falscher Stelle vorgenommene oder fehlerhafte Änderungen oder Korrekturen sofort wieder rückgängig gemacht werden, ohne dass der alte Datenwert verloren geht, sondern weiterhin verfügbar bleibt. Es erweist sich dabei als zweckmässig, für den Cursor nur bestimmte Merkmale oder Zeichen (Positionen) in einer Programmzeile zuzulassen; wenn der Cursor in der oben angeführten Programmzeile beispielsweise die Position «F» markiert, kann der nachfolgende Wert «1000» mittels der Eingabetasten 11 insgesamt verändert werden.

Weiter ist vorgesehen, dass bei Cursorpositionen innerhalb der angezeigten Programmzeile ein Betätigen der Zeilenbeginntasten 13a, 13b die Anzeige der nächsten Programmzeile bewirkt, die das vom Cursor markierte Merkmal oder Zeichen (Position) enthält. Markiert der Cursor beispielsweise das korrigierte Merkmal «F» in der oben erwähnten Programmzeile, so wird durch Betätigen der Zeilenbeginntasten 13a, 13b die nächste der nachfolgenden oder vorhergehenden Programmzeilen angezeigt, die ebenfalls das zu korrigierende Merkmal «F» enthält. Ein Betätigen der «Enter»-Taste 13 bewirkt eine Übernahme der ursprünglichen Korrektur in diese Programmzeile und ein weiteres Betätigen der Zeilenbeginntasten 13a, 13b ein Anzeigen der nächstfolgenden Programmzeile mit dem besagten Merkmal «F». Damit können auf einfache und schnelle Weise gleichartige Korrekturen in verschiedenen nicht benachbarten Programmzeilen durchgeführt werden.

Zur Erläuterung seien neben der oben erwähnten Programmzeile noch weitere derartige Programmzeilen eines Programmes angegeben.

```
1 A X + 123.45 RO F 1000 H 01010
2 TOOL DEF 255 RADIUS 123.45
3 TOOL CAL 225 Z S 1250 H 11111
4 CYCL DEF 1 F 1000
```

Die Programmzeile mit der Zeilennummer «1» (die Zeilennummern stehen jeweils am Anfang einer Programmzeile)

sei als «aktuelle Programmzeile» dargestellt, wobei der Cursor beispielsweise durch eine Unterstreichung das Merkmal «F» markieren möge, um etwa am zugehörigen Datenwert «1000» eine Korrektur vorzunehmen. Wird anschliessend die Zeilentaste 13a betätigt, wird die Programmzeile mit der Zeilennummer 4 als «aktuelle Programmzeile» angezeigt, die ebenfalls das Merkmal «F» enthält, das vom Cursor gleichfalls durch Unterstreichung markiert wird, und an demselben zugehörigen Datenwert «1000» ebenfalls eine Korrektur vorgenommen werden kann. Die Merkmale «F» können dabei in beliebigen Positionen der ersten und vierten Programmzeile stehen. Auf gleiche Weise können auch Merkmalsgruppen, z.B. «A» (Absolutmass) und «I» (Kettenmass) der Reihe nach vom Cursor nach Darstellung ihrer entsprechenden Programmzeilen nach Betätigen der Zeilentasten 13a, 13b markiert werden.

Befindet sich der Cursor ausserhalb der angezeigten Programmzeile, so bewirkt jedes Betätigen der Zeilentaste 13a ein sukzessives Anzeigen der nachfolgenden Programmzeilen und ein Drücken der Zeilentaste 13b ein sukzessives Anzeigen der vorhandenen Programmzeilen.

Das Drücken der «GOTO»-Taste 13 und die Eingabe einer Programmzeilennummer erlaubt die sofortige Darstellung der betreffenden Programmzeile. Mittels der «Delete»-Taste 13 können eine nicht benötigte Programmzeile und mittels der «Clear Programm»-Taste 13 das gesamte Programm gelöscht werden, wobei beim Betätigen der letzteren Taste 13 eine Dialoganfrage erfolgt, ob die gewünschte Programmlösung auch wirklich erfolgen soll, um ein versehentliches Löschen des gesamten Programms auszuschliessen.

In Figur 2 ist eine Schaltungsanordnung zur Durchführung des vorgeschlagenen Verfahrens gezeigt. Ein Mikropro-

zessor 18 steuert die Anzeigeeinheit 17 auf Veranlassung der Tastatur 21 und ist mit einem PROM-Speicher 20 und einem RAM-Speicher 19 verbunden. Im RAM-Speicher 19 sind die Programmzeilen und eingegebenen Daten gespeichert, während der PROM-Speicher 20 ein internes Ablaufprogramm enthält.

In Figur 3a-d sind verschiedene Anzeigefenster 10a-d für die Anzeigeeinheit 17 gezeigt. In Figur 3a ist das einzeilige Anzeigefenster 10a gemäss Figur 1 gezeigt, in dem nacheinander die zur Erstellung einer Programmzeile notwendigen Dialogtexte angezeigt werden; nach dem letzten Dialogtext wird die fertige Programmzeile angezeigt. In Figur 3b ist ein zweizeiliges Anzeigefenster 10b dargestellt, das die gleichzeitige Anzeige von Dialogtexten und einer zugehörigen Programmzeile erlaubt. Die Programmzeile wird nur soweit angezeigt, wie der Dialog fortgeschritten ist. In Figur 3c ist ein dreizeiliges Anzeigefenster 10c gezeigt, dessen zusätzliche dritte Zeile zur Anzeige eingegebener Korrekturen dient. Schliesslich ist in Figur 3d ein Anzeigefenster 10d mit einer Vielzahl von Zeilen gezeigt (Sichtschirm eines Datensichtgerätes), in dessen mittlerer Zeile die jeweils aufgerufene Programmzeile als «aktuelle Programmzeile» dargestellt ist; diese Programmzeile ist gegenüber den anderen Programmzeilen durch eine grössere Helligkeit hervorgehoben. Unterhalb der «aktuellen Programmzeile» ist eine Zeile zur Anzeige eingegebener Korrekturen vorgesehen. In dieser Zeile wird bei der Dialogerstellung die unvollständige Programmzeile angezeigt und anschliessend durch die «Enter»-Taste 13 in die Zeile «Aktuelle Programmzeile» übernommen. Die beiden letzten Zeilen dienen zur Kennzeichnung des Programmzustandes, z.B. welches Werkzeug gewählt worden ist.

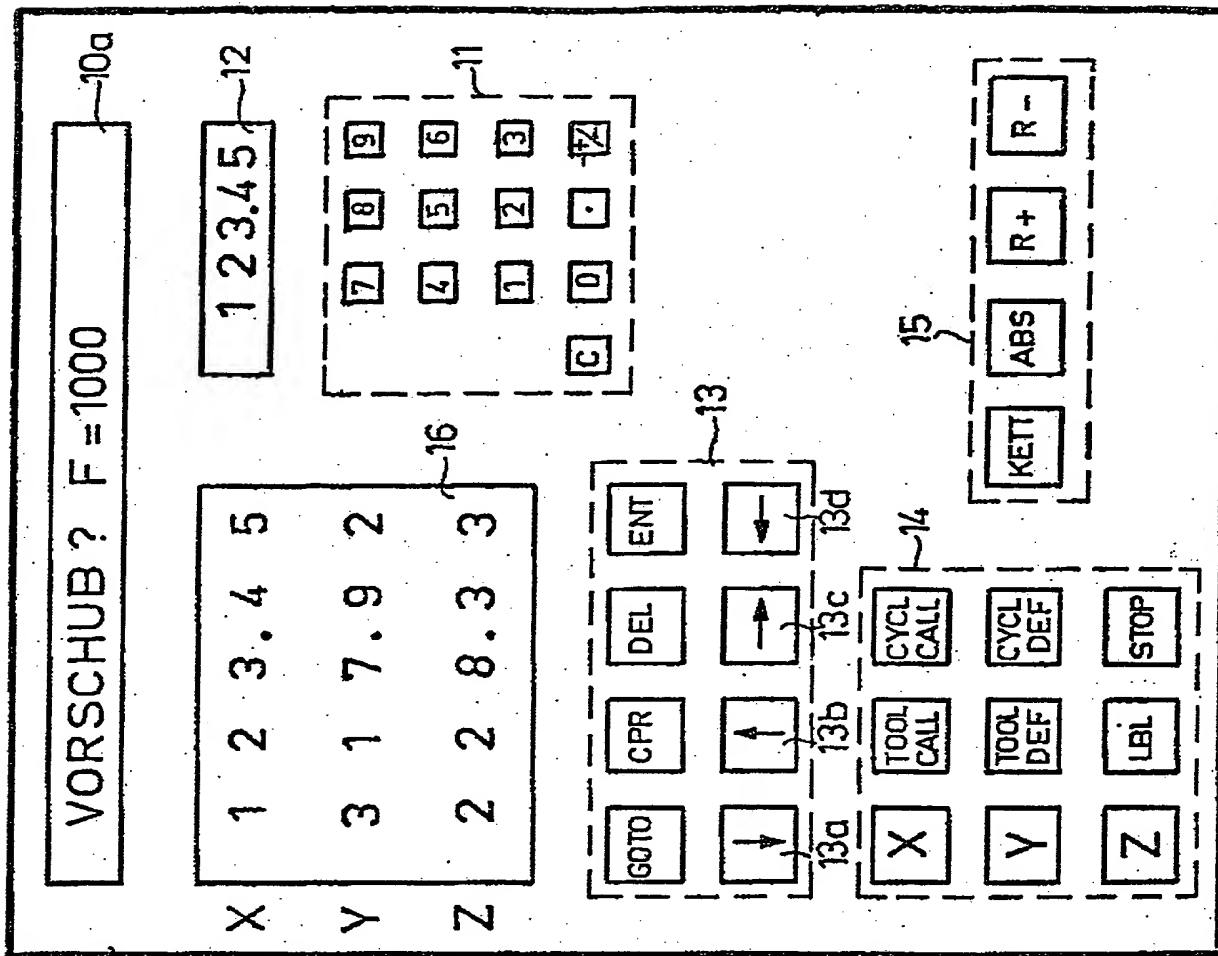


Fig. 1

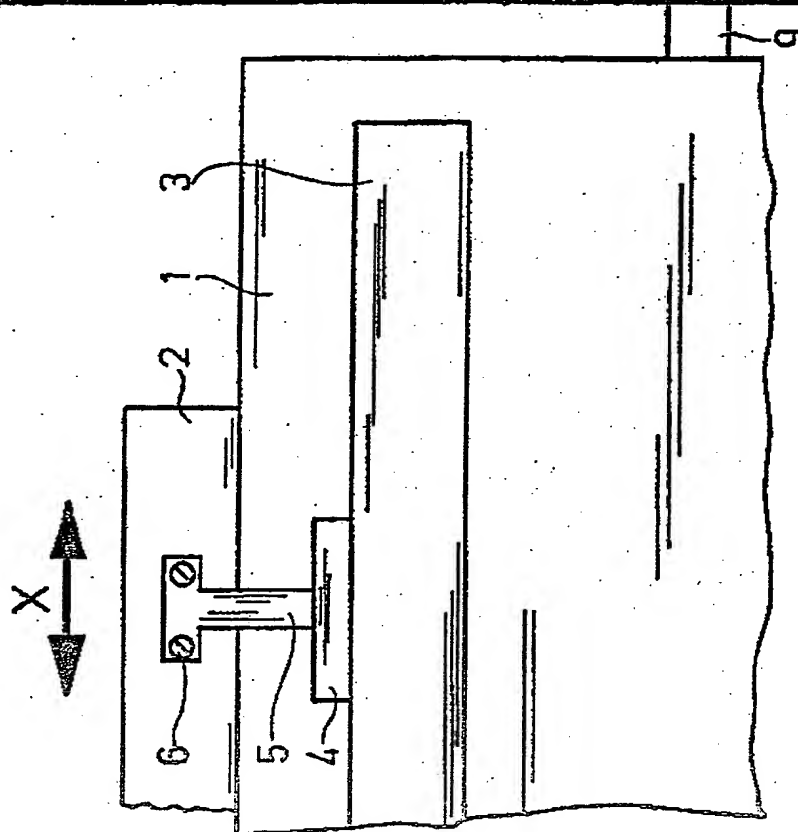


Fig. 2

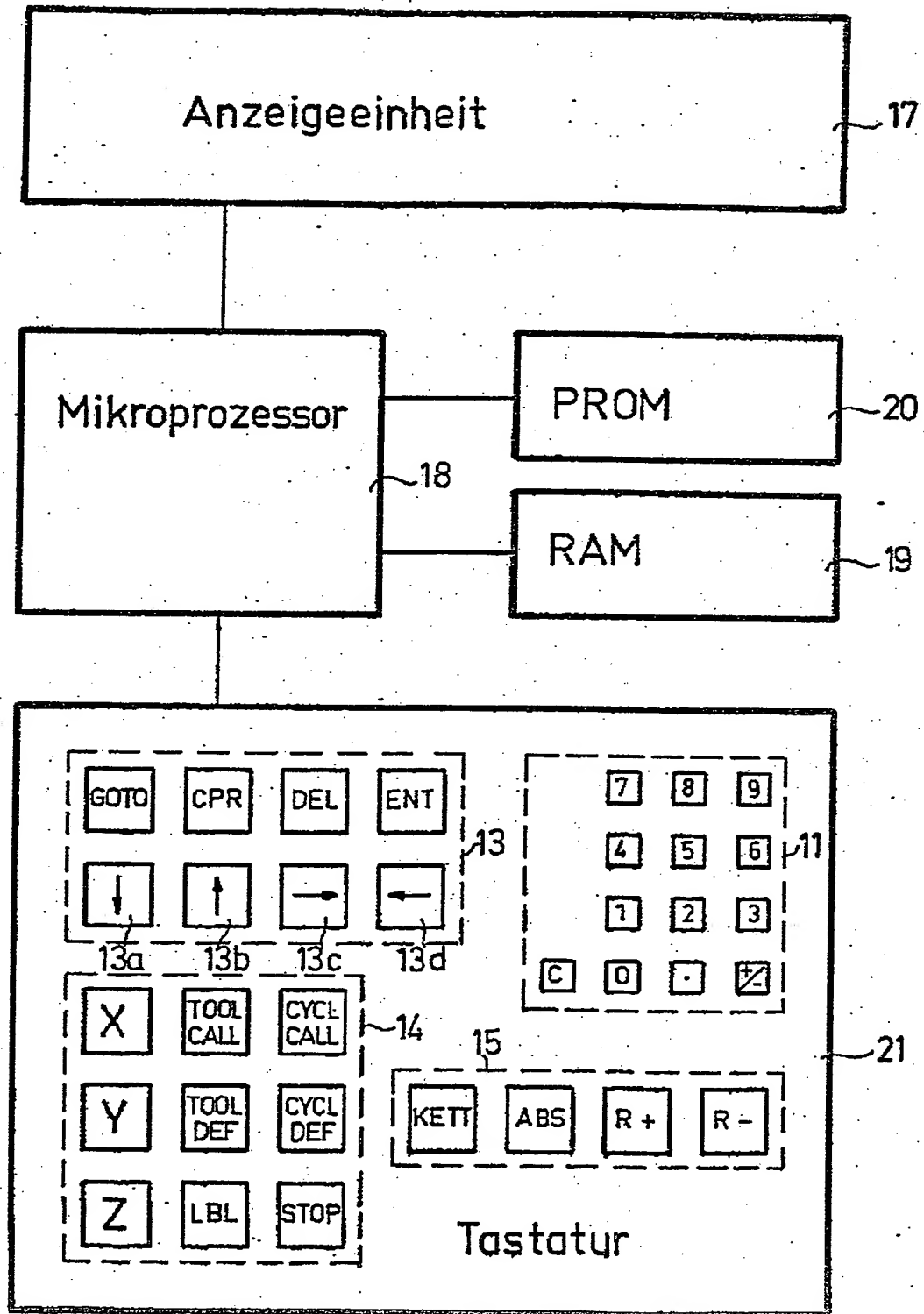


Fig. 3a

Dialogtext oder Programmzeile	10a
-------------------------------	-----

Fig. 3b

VORSCHUB ? F=1000	10b
A X+123.45 R0 F	

Fig. 3c

Dialogtext	10c
Programmzeile	
Eingegebene Korrektur	

Fig. 3d

Dialogtext	10d
Programmzeile	
Programmzeile	
Aktuelle Programmzeile	
Unvollständige Programmzeile oder eingegebene Korrektur	
Programmzeile	
Programmzustand	
Programmzustand	